(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2002－280660
(P2002－280660A)
(43)公開日　平成14年９月27日(2002.9.27)

(51)Int.Cl.⁷	識別記号	ＦＩ		テーマコード（参考）
Ｈ０１Ｓ　5/024		Ｈ０１Ｓ　5/024		３Ｌ０４４
Ｆ２５Ｄ　9/00		Ｆ２５Ｄ　9/00	Ｄ	５Ｆ０７３
Ｆ２８Ｄ　15/02		Ｆ２８Ｄ　15/02	Ｌ	
	１０１		１０１Ａ	

審査請求　未請求　請求項の数７　ＯＬ　（全９頁）

(21)出願番号　特願2001－75391(P2001－75391)

(22)出願日　平成13年３月16日(2001.3.16)

(71)出願人　000005290
古河電気工業株式会社
東京都千代田区丸の内２丁目６番１号

(72)発明者　吉川　徹
東京都千代田区丸の内２丁目６番１号　古河電気工業株式会社内

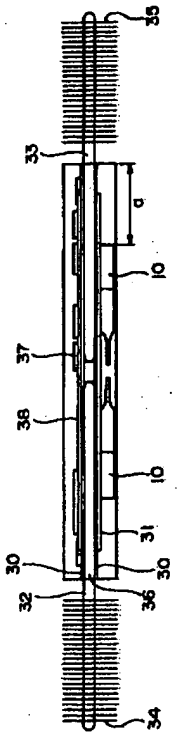
(72)発明者　古田　繁之
東京都千代田区丸の内２丁目６番１号　古河電気工業株式会社内

(74)代理人　100101764
弁理士　川和　高穂

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　レーザダイオードモジュールからなる光源

(57)【要約】
【課題】薄型のコンパクトで、波長の変化等が生じない、高い密度で配置された、高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールからなる光源を提供する。
【解決手段】各々が、レーザダイオードチップおよび光学機器を搭載する金属基板、および、金属基板と熱的に接続されたペルチェ素子を備えた、高い密度で配置された高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールと、複数個のレーザダイオードモジュールを搭載する搭載部と、レーザダイオードモジュールを制御する制御用素子を搭載する制御基板と、ペルチェ素子および制御用素子に、吸熱部が熱的に接続される複数個のヒートパイプとを備えた、レーザダイオードモジュールからなる光源。



【特許請求の範囲】
【請求項１】各々が、レーザダイオードチップおよび光学機器を搭載する金属基板、および、前記金属基板と熱的に接続されたペルチェ素子を備えた、高い密度で配置された高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールと、前記複数個のレーザダイオードモジュールを搭載する搭載部と、前記レーザダイオードモジュールを制御する制御用素子を搭載する制御基板と、前記ペルチェ素子および前記制御用素子に、吸熱部が熱的に接続される複数個のヒートパイプとを備えた、レーザダイオードモジュールからなる光源。
【請求項２】前記レーザダイオードモジュールと前記制御用素子が前記ヒートパイプを挟むように配置されていることを特徴とする請求項１に記載のレーザダイオードモジュールからなる光源。
【請求項３】前記レーザダイオードモジュールのそれぞれの温度が均一になるように、前記複数個のレーザダイオードモジュールおよび前記複数個のヒートパイプが配置された、請求項１または２に記載のレーザダイオードモジュールからなる光源。
【請求項４】前記複数個のレーザダイオードモジュールの各々が、前記搭載部の近端部から等距離に位置し、前記ヒートパイプの大きさおよび長さが同一であり、もって、前記レーザダイオードモジュールのそれぞれの温度が均一であることを特徴とする、請求項３に記載のレーザダイオードモジュールからなる光源。
【請求項５】前記レーザダイオードモジュールのそれぞれに前記ヒートパイプが熱的に接続されている、請求項４に記載のレーザダイオードモジュールからなる光源。
【請求項６】前記複数個のレーザダイオードモジュールが搭載される前記搭載部に、前記ヒートパイプの吸熱部を収容する孔部が、前記レーザダイオードモジュールの長手方向に沿って設けられており、前記孔部に収容されたヒートパイプが前記レーザダイオードモジュールおよび前記制御用素子とそれぞれ熱的に接続されている、請求項５に記載のレーザダイオードモジュールからなる光源。
【請求項７】前記ヒートパイプは、丸型ヒートパイプからなっており、前記丸型ヒートパイプの放熱部には放熱フィンが設けられている、請求項６に記載のレーザダイオードモジュールからなる光源。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】本発明は、高出力光源、特に、高い密度で配置された、高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールからなる光源に関する。
【０００２】
【従来の技術】通常、レーザダイオード（ＬＤ）モジュールは、光ファイバ通信、特に幹線系・ＣＡＴＶの信号光源やファイバアンプの励起光源として用いられている。このようなレーザダイオードモジュールは、高出力および安定動作を実現するために、ペルチェ素子を内蔵し、そのペルチェ素子上部に搭載された金属基板上にレーザダイオードチップ、フォトダイオードチップ、レンズ等の光学部品、サーミスタ素子、インダクタ、抵抗等の電気部品を配置している。なお、上述したペルチェ素子は、熱電半導体であり、直流の電流を流すと、ｐ型の半導体の場合には、電流の流れる方向に熱が運ばれ、ｎ型半導体の場合には電流と反対方向に熱が運ばれ、熱電半導体の両側で温度差が生じる。ペルチェ素子を使用した冷却システムは、上述した温度差を利用して、低温側を冷却に、高温側を放熱に使用している。
【０００３】レーザダイオードモジュールは、上述したレーザダイオードチップの近傍に接着されたサーミスタ素子によってチップの温度を検出している。このように検出された温度値をフィードバックしてペルチェ素子を駆動させることにより、レーザダイオードチップが配置された金属基板全体を冷却して、レーザダイオードチップの温度を一定に保つ構造を備えている。
【０００４】図３に従来のレーザダイオードモジュールを示す。図３は、レーザダイオードモジュールの概略断面図を示す。レーザダイオードモジュールは、図３に示すように、レーザダイオードチップ１１１およびヒートシンク１１２を搭載したマウント１１３と、モニター用フォトダイオードチップ１１４を搭載したチップキャリア１１５と、レンズホルダ１１６と、図示しない抵抗体、インダクタおよび回路基板等を接着した金属基板１１０ａと、ペルチェ素子７とを備えている。ペルチェ素子は、パッケージ放熱板１１８上に金属ソルダで固定されている。なお、ペルチェ素子１１７の上下には、セラミックス板１１９Ａ、１１９Ｂが配置される。
【０００５】図４は、図３におけるレーザダイオードモジュールのＡ－Ａ'断面図である。図４に示すように、レーザダイオードモジュールの主要部は、ヒートシンク１１２上にレーザダイオードチップ１１１の他にサーミスタ１２１を搭載し、ペルチェ素子１１７と金属基板１１０ａとを接着する金属ソルダとして、両者の熱膨張差を緩和するために、ソフトソルダ１２２を用いている。上述した金属基板は、通常、銅タングステン（ＣｕＷ：銅の重量配分比１０～３０％のものが存在）等の単一材質で形成されている。金属基板とペルチェ素子との接着は、両者の熱膨張差を緩和するために、インジウム錫（ＩｎＳｎ）などの低温ソフトソルダが用いられてきた。
【０００６】しかし、近年、レーザダイオードモジュールの高出力化に伴い、レーザダイオードモジュールの冷却能力と温度環境信頼度（即ち、温度が変化した場合においても正常に機能を継続する能力）に対する要求が厳しくなっている。まず、冷却能力向上のためには、ペルチェ素子を大型化したり、上部に搭載する金属基板の高

熱伝導材質化を図る必要があるが、ペルチェ素子の冷却能力向上に伴う温調タイム（目的の温度に達するまでの時間）の短縮により、ペルチェ素子上部に搭載した金属基板への温度ストレスも大きくなる。そのため、ペルチェ素子と金属基板の熱膨張率差の影響が大きくなり、両者を接着するソフトソルダの摺動により亀裂剥離を生じさせるという問題が生じる。しかも、ソフトソルダ特有のハンダクリープ現象も顕著になるため、ペルチェ素子と金属基板とを接着させるソルダには、ビスマス錫（ＢｉＳｎ）等の低温ハードソルダを用いる必要がある。

【０００７】上述した問題点を解決するために、特開平１０－２００２０８に、２種類の金属材からなる金属基板を備えた半導体レーザモジュールが開示されている。図５にその概要を示す。図５（ａ）に示すように、半導体レーザモジュールは、ＬＤチップ２０１やＬＤチップを一定の温度に保つためのサーミスタ２１１をヒートシンク２０２およびサブマウント２０３を介して、光学系のレンズとともに搭載する金属基板２１０と、上下の面にセラミックス基板２０９Ａ、２０９Ｂを備えたペルチェ素子２０７とをハードソルダ２１２によって接着して形成される。

【０００８】この金属基板２１０は、ＬＤチップ２０１からの熱流がペルチェ素子２０７へ向かう方向とは垂直になる方向に、ペルチェ素子２０７の上面に接着される。特に、金属基板２１０は、ＬＤチップ２０１の直下を含む基板中央部に第１の金属部材２１３を配置し、その側面周囲に第２の金属部材２１４を配置するように形成している。更に、図５（ｂ）に示すように、金属基板２１０は、第１の金属部材２１３を熱伝導率の大きい金属材で形成し、第２の金属部材２１４を第１の金属部材２１３よりも熱膨張率の小さい金属材で形成する。

【０００９】即ち、上述した金属基板２１０を使用することにより、金属基板全体の熱膨張を小さくするとともに、熱伝導を良くし、冷却性能を向上させると同時に、ペルチェ素子の信頼度を高めることを期待している。なお、光励起用光源または光信号光源には、通常、光出力源であるレーザダイオードモジュールが複数個搭載されている。レーザダイオードモジュールは、他の光部品と組み合わされて、光増幅器に使用されている。

【００１０】更に、従来のレーザダイオードモジュールからなる光源では、レーザダイオードモジュール搭載基板、光学部品収納プレート、レーザダイオードモジュール制御基板がそれぞれ独立して搭載されており、レーザダイオードモジュール搭載基板のみが放熱板に直接接触して、レーザダイオードモジュールの放熱を行っていた。このような構成の光源では、制御用ＩＣなどの制御基板上の発熱部品はレーザダイオードモジュール搭載基板とは別にあるため、これら部品から発生する熱は放熱フィンから放熱されることはない。レーザダイオードモジュール以外の発熱は、ユニット筐体全体からの放熱に期待するしかなかった。しかしながら、筐体からの放熱は放熱効率が悪く、基板からの発熱はユニット筐体内部にこもるという状態であった。

【００１１】搭載されている光学部品にはＦＢＧなど温度依存性の高い部品が多く、ユニットの筐体内部が高温になると、光学特性が劣化する。更に、ユニット筐体内のレーザダイオードモジュールの周辺温度が上昇するため、レーザダイオードモジュールの寿命が短くなってしまうという問題点があった。更に、制御基板内半導体の温度が上昇するので、基板の制御能力が低下する。例えば、基板上のオペアンプ（ＯＰ－ａｍｐ）の出力が不安定になり、レーザダイオードモジュールの動作が不安定になることが考えられる。デジタル部品が動作不能になった場合、レーザダイオードモジュールを破壊する可能性もある。基板温度が上昇すると、レーザダイオードモジュール発光の安定化という点において問題があった。

【００１２】

【発明が解決しょうとする課題】上述した先行技術によると、個々のレーザダイオードモジュールにおける、ペルチェ素子の冷却性能の向上、および、ペルチェ素子の信頼度を高めることが期待されている。しかしながら、個々のレーザダイオードモジュールが更に高出力化し、このように更に高出力化した多数のレーザダイオードモジュールを高い密度で配置して使用すると、チップとペルチェ素子との間に配置される金属基板の熱伝導性を高めたり、熱膨張率の差を小さくするだけでは、レーザダイオードモジュールの高出力化、それらの高い密度の配置にともなって発生する熱を処理することができず、レーザダイオードモジュールの機能を損傷してしまうという問題点がある。

【００１３】即ち、各レーザダイオードモジュール自体がサイズが小さい上に高発熱密度体であり、それらを複数個実装することが求められる光励起用光源または光信号光源として使用する場合には、レーザダイオードモジュールの熱を放熱することが困難であった。一方、光励起用光源または光信号光源は、更なる光出力の向上が求められており、従来の方法では、レーザダイオードモジュールのペルチェ素子による冷却が限界に達して、半導体素子の性能を１００％生かしきれない状態でしか、使用することができなくなっている。

【００１４】更に、市場のニーズとして、光出力を向上させても、ペルチェ素子および半導体素子励起による消費電力を従来以下のままに維持したいという要望があり、光源内の放熱特性が非常に重要になってきている。更に、個々のレーザダイオードモジュールに温度差が生じたり、レーザダイオードモジュールを制御する制御素子等の発熱によって、レーザダイオードモジュール周辺において温度差が生じると、光学部品および該光学部品周辺の部品の個々の熱膨張率が異なるため光学部品の変形が生じる。上述した変形によりレーザダイオードモジ

ュールの波長の変化が生起して、光源としての性能が劣化するという重大な問題が生じる。上述したように、優れた放熱性能を有するヒートシンクに実装された、コンパクトで、高光出力の光励起用光源または光信号光源の出現が待望されている。

【００１５】従って、この発明の目的は、従来の問題点を解決して、薄型のコンパクトで、波長の変化等が生じない、高い密度で配置された、高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールからなる光源を提供することにある。

【００１６】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上述した従来の問題点を解決すべく鋭意研究を重ねた。その結果、従来、作動液という液体を内蔵するために、作動液の漏れ、湿気による悪影響が連想され、レーザダイオードモジュール等の高度に精密な機器において使用することが嫌われ、否定されてきた、単結晶ダイヤの約２０倍以上の熱伝導率を有するヒートパイプをペルチェ素子に接続させることによって、ペルチェ素子の破壊の危険性を著しく低減して、レーザダイオードモジュールの高出力化、それらの高密度の配置にも十分対応することができることを知見した。

【００１７】即ち、レーザダイオードチップおよび光学機器を搭載する金属基板、および、金属基板と熱的に接続されたペルチェ素子を備えているレーザダイオードモジュールのそれぞれのペルチェ素子に、更に、ヒートパイプの吸熱部を熱的に接続すると、例え個々の光出力が高い、多数のレーザダイオードモジュールを高い密度で配置しても、個々のレーザダイオードモジュールを従来とは比較にならない度合いで冷却することができるので、信頼性の高い、高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールからなる光源を提供することができることを知見した。

【００１８】レーザダイオードモジュールの他にレーザダイオードモジュールを制御する制御素子を搭載した制御基板が配置されており、従来のようにレーザダイオードモジュールおよび制御素子にそれぞれの放熱手段を備えると筐体の厚さが大きく、薄型のコンパクトな光源の実現が困難であったが、ヒートパイプをレーザダイオードモジュール基板と制御基板との間にサンドイッチ状に配置して、ヒートパイプの吸熱部をペルチェ素子および制御素子に熱的に接続させると、薄型のコンパクトな、且つ、高い密度で配置された高光出力のレーザダイオードモジュールからなる光源を提供することができることを知見した。

【００１９】更に、複数個のレーザダイオードモジュール間の温度差を無くするように、レーザダイオードモジュール、制御基板およびヒートパイプを配置すると、個々のレーザダイオードモジュールの温度が均一になり、更に、レーザダイオードモジュール周辺温度環境が均一になるので、光源特有の特性、即ち、所望の光波長を一定に維持することができ、性能の高い光源が得られることを知見した。

【００２０】この発明は、上記知見に基づいてなされたものであって、この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の第１の態様は、各々が、レーザダイオードチップおよび光学機器を搭載する金属基板、および、前記金属基板と熱的に接続されたペルチェ素子を備えた、高い密度で配置された高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールと、前記複数個のレーザダイオードモジュールを搭載する搭載部と、前記レーザダイオードモジュールを制御する制御用素子を搭載する制御基板と、前記ペルチェ素子および前記制御用素子に、吸熱部が熱的に接続される複数個のヒートパイプとを備えた、レーザダイオードモジュールからなる光源である。

【００２１】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の第２の態様は、前記レーザダイオードモジュールと前記制御用素子が前記ヒートパイプを挟むように配置されていることを特徴とするレーザダイオードモジュールからなる光源である。

【００２２】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の第３の態様は、前記レーザダイオードモジュールのそれぞれの温度が均一になるように、前記複数個のレーザダイオードモジュールおよび前記複数個のヒートパイプが配置された、レーザダイオードモジュールからなる光源である。

【００２３】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の第４の態様は、前記複数個のレーザダイオードモジュールの各々が、前記搭載部の近端部から等距離に位置し、前記ヒートパイプの大きさおよび長さが同一であり、もって、前記レーザダイオードモジュールのそれぞれの温度が均一であることを特徴とする、レーザダイオードモジュールからなる光源である。

【００２４】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の第５の態様は、前記レーザダイオードモジュールのそれぞれに前記ヒートパイプが熱的に接続されている、レーザダイオードモジュールからなる光源である。

【００２５】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の第６の態様は、前記複数個のレーザダイオードモジュールが搭載される前記搭載部に、前記ヒートパイプの吸熱部を収容する孔部が、前記レーザダイオードモジュールの長手方向に沿って設けられており、前記孔部に収容されたヒートパイプが前記レーザダイオードモジュールおよび前記制御用素子とそれぞれ熱的に接続されている、レーザダイオードモジュールからなる光源である。

【００２６】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の第７の態様は、前記ヒートパイプは、丸型ヒートパイプからなっており、前記丸型ヒートパイプの

放熱部には放熱フィンが設けられている、レーザダイオードモジュールからなる光源である。

【００２７】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源のその他の態様は、前記レーザダイオードモジュールの底面部が湾曲面部を備えており、前記丸型ヒートパイプが前記湾曲面部に密接に接続している、レーザダイオードモジュールからなる光源である。

【００２８】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源のその他の態様は、前記光源が光伝送システムにおける光励起用光源である、レーザダイオードモジュールからなる光源である。

【００２９】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源のその他の態様は、前記光源が光伝送システムにおける光信号用光源である、レーザダイオードモジュールからなる光源である。

【００３０】この発明のラマン増幅器の１つの態様は、前記レーザダイオードモジュールからなる光源を用いるラマン増幅器である。

【００３１】

【発明の実施の形態】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の態様について図面を参照しながら詳細に説明する。図１は、この発明の光源を構成する個々のレーザダイオードモジュールの一例の概要を示す図である。図１に示すように、レーザダイオードモジュール１０は、半導体レーザ１１、第１レンズ１２、第２レンズ１３、コア拡大ファイバ１４および気密ケース２０を備えている。半導体レーザ１１は、第１レンズ１２との間に所定の間隔をおいて、ベース２１上にチップキャリア２２を介して設けられている。ベース２１は、気密ケース２０内に設けた温度制御用のペルチェ素子２３の上方に配置されている。ベース２１は、主要部分が銅製で、第１レンズ１２を設置する部分がステンレス製の複合材である。ベース部材２１は、チップキャリア２２を挟んで第１レンズ１２と対向する側にキャリア２４が固定され、キャリア２２の半導体レーザ１１と対向する位置にモニタ用のフォトダイオード２４ａが設けられている。

【００３２】第１レンズ１２は、レンズホルダ１２ａにコリメータレンズ１２ｂが保持されている。レンズホルダ１２ａは、ベース２１に溶接固定されている。コリメータレンズ１２ｂは、高結合効率を得るために非球面レンズが使用されている。第２レンズ１３は、レンズホルダ１３ａに上下部分を削り出した球レンズ１３ｂが保持されている。レンズホルダ１３ａは、光軸に垂直な面内で位置調整して気密ケース２０の後述する挿着円筒２０ａに固定されている。

【００３３】コア拡大ファイバ１４は、コアを拡大させた先端側が光軸に対して６° 傾斜させて斜めに研磨されるとともに研磨面に反射防止コーティングが施され、先端側が金属筒１５内に接着されて保護されている。金属筒１５は、調整部材１６の最適位置に溶接固定されている。金属筒１５は、調整部材１６内でコア拡大ファイバ１４の光軸方向に沿って前後方向にスライドさせたり、光軸廻りに回転させることにって調整部材１６の最適位置に調整される。

【００３４】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源は、各々が、レーザダイオードチップおよび光学機器を搭載する金属基板、および、前記金属基板と熱的に接続されたペルチェ素子を備えた、高い密度で配置された高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールと、前記複数個のレーザダイオードモジュールを搭載する搭載部と、前記レーザダイオードモジュールを制御する制御用素子を搭載する制御基板と、前記ペルチェ素子および前記制御用素子に、吸熱部が熱的に接続される複数個のヒートパイプとを備えた、レーザダイオードモジュールからなる光源である。この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源においては、レーザダイオードモジュールと制御用素子がヒートパイプをサンドイッチ状に挟むように配置されている。更に、上述した複数個のレーザダイオードモジュールの各々が、搭載部の近端部から等距離に位置し、ヒートパイプの大きさおよび長さが同一であり、その結果、レーザダイオードモジュールのそれぞれの温度が均一である。

【００３５】図２は、この発明の、レーザダイオードモジュールからなる光源の１つの態様を示す断面図である。図２に示すように、この態様においては、レーザダイオードモジュールは、レーザダイオードモジュール搭載基板上に置かれ、レーザダイオードモジュール搭載基板とともに放熱板に固定されている。レーザダイオードモジュール搭載基板の反対側の面にはレーザダイオードモジュール制御基板があり、同様に、放熱板に固定されている。光学部品は、レーザダイオードモジュール制御基板とレーザダイオードモジュール搭載基板の両方に分割されて搭載されている。

【００３６】即ち、搭載部（放熱板）３０の上に、レーザダイオードモジュール基板３１を介して、複数個のレーザダイオードモジュール１０が配置され、各レーザダイオードモジュール１０には、丸型ヒートパイプ３２、３３の吸熱部が熱的に接続され、そして、丸型ヒートパイプ３２、３３の放熱部には、放熱フィン３４、３５が取り付けられている。更に、搭載部（放熱板）３０の、レーザダイオードモジュールと反対側には、レーザダイオードモジュールを制御する制御素子３７を搭載した制御基板３８が配置され、各制御素子には、丸型ヒートパイプ３２、３３の吸熱部が熱的に接続され、そして、丸型ヒートパイプ３２、３３の放熱部には、放熱フィン３４、３５が取り付けられている。

【００３７】レーザダイオードモジュールを駆動させると、レーザダイオードモジュールから発生する熱は放熱板に伝たわる。このとき、レーザダイオードモジュール

面と、制御基板面は分離されているので、レーザダイオードモジュールからの発熱は、制御基板面に影響を及ぼさない。一方、制御基板を駆動させると、制御基板から発生する熱は、放熱板に伝わる。同様に、制御基板からの発熱は、レーザダイオードモジュールには影響を及ぼさない。放熱板に伝わった熱は、ヒートパイプに伝わり、更にヒートパイプに圧入されている放熱フィンから所定の位置または外部に放出される。

【００３８】このように、レーザダイオードモジュールと制御用素子がヒートパイプをサンドイッチ状に挟むように配置することによって、レーザダイオードモジュールの放熱手段と制御用素子の放熱手段を、同一のヒートパイプによって機能させることができるので、従来必要であった制御用素子の放熱手段を収容するスペースがなくなり、レーザダイオードモジュールからなる光源の筐体の厚さを著しく薄くすることができる。更に、レーザダイオードモジュールの周辺に配置されて熱を発生していた制御用素子の熱を効率的に放熱することができるので、レーザダイオードモジュールの周辺の温度環境を容易に均一にすることができる。

【００３９】この発明の光源において、レーザダイオードモジュールのそれぞれの温度が均一になるように、複数個のレーザダイオードモジュールおよび複数個のヒートパイプが配置することが好ましい。即ち、例えば、８個のレーザダイオードモジュールを搭載する際に、４個のレーザダイオードモジュールからなる２組のレーザダイオードモジュール群の１つの組を形成する個々のレーザダイオードモジュール１０を、一方の端部から同一距離ａに位置している。レーザダイオードモジュール１０には、同一大きさ（直径、長さ）の同一材質のヒートパイプ３２の吸熱部が熱的に接続され、ヒートパイプ３２の放熱部の同一位置に、同一材質、同一大きさの放熱フィン３４が接続される。

【００４０】２組のレーザダイオードモジュール群の他の１つの組を形成する個々のレーザダイオードモジュール１０は、他方の端部から同一距離ａに位置している。レーザダイオードモジュール１０には、同一大きさ（直径、長さ）の同一材質のヒートパイプ３３が熱的に接続され、ヒートパイプ３３の放熱部の同一位置に、同一材質、同一大きさの放熱フィン３５が接続される。ヒートパイプ３２、３３は、同一大きさ（直径、長さ）の同一材質であることが好ましい。更に、放熱フィン３４、３５は、同一材質、同一大きさであることが好ましい。

【００４１】上述したように、レーザダイオードモジュール、制御用素子、ヒートパイプおよび放熱フィンを配置することによって、複数個のレーザダイオードモジュールの個々の温度差を無くし、制御用素子の発生する熱を効率的に放熱して、レーザダイオードモジュールを取り巻く周辺の温度環境を均一にすることができ、その結果、一定の波長を維持することができる。

【００４２】レーザダイオードモジュールの配置密度は、物理的に配置可能な限り密度を高めることができる。即ち、水平面だけでなく、垂直方向にも配置することが可能である。

【００４３】なお、レーザダイオードモジュールの放熱効果を高めるためには、熱の移動距離を短くすることが好ましく、各レーザダイオードモジュールはそれぞれの端部にできるだけ近く位置することが好ましい。その結果、ヒートパイプを短くすることができる。更に、ヒートパイプの径を細くすることができる。従って、搭載部（即ち、放熱板ベースプレートの厚さを薄くすることができるので、光源の厚さを薄くコンパクトにすることができる。

【００４４】ヒートパイプは、一般に、密封された空洞部を有するコンテナを備えており、空洞部に収容された作動液の相変態および移動によって熱の輸送が行われる。熱の一部は、ヒートパイプを構成するコンテナの材質中を直接伝わって運ばれるが、大部分の熱は、作動液による相変態と移動によって移動される。冷却部品が取り付けられるヒートパイプの吸熱側において、ヒートパイプを構成するコンテナの材質中を伝わってきた熱により、作動液が蒸発し、その蒸気がヒートパイプの放熱側に移動する。放熱側では、作動液の蒸気は冷却され再び液相状態に戻る。液相に戻った作動液は再び吸熱側に移動する。このような作動液の相変態や移動によって、熱の移動がなされる。

【００４５】ヒートパイプ３１は、丸型ヒートパイプからなっていてもよい。即ち、レーザダイオードモジュールの各々が、図１に示すように、レーザダイオードチップ１１および光学機器１２を搭載する金属基板２１、および、金属基板２１と熱的に接続されたペルチェ素子２３を備えており、ペルチェ素子２３には、更に、ヒートパイプ３１の吸熱部が熱的に接続されている。

【００４６】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源においては、上述したように、レーザダイオードモジュール１０のそれぞれにヒートパイプ３２、３３が熱的に接続されている。この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源においては、上述した複数個のレーザダイオードモジュール１０が搭載される搭載部３０にヒートパイプの吸熱部を収容する孔部３６が、レーザダイオードモジュールの長手方向に沿って設けられており、孔部に収容されたヒートパイプ３２、３３とレーザダイオードモジュール１０とが熱的に接続され、更に、レーザダイオードモジュール制御用の制御素子が熱的に接続されている。

【００４７】ヒートパイプが収容される孔部には、孔加工が施され、孔部の内面は、錫または金等のハンダとの濡れ性が良好な金属によってメッキ処理される。孔部に挿入されるヒートパイプの表面は、ハンダ接合に良好な上述したと同一の金属によって、予めメッキ処理が施こ

される。このようにメッキ処理が施されたヒートパイプ３２、３３を孔部に挿入して、ハンダ接合する。その結果、熱抵抗を増加させる空気層を完全に除去することができ、熱抵抗を小さくすることができる。なお、ヒートパイプと孔部との間に空気層がわずかでも残留すると、局部的に断熱層を形成し、熱抵抗が大きくなり、ヒートパイプの熱輸送性能が著しく低下する。

【００４８】更に、この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源において、レーザダイオードモジュールの底面部が湾曲面部を備えており、丸型ヒートパイプが前記湾曲面部に密接に接続している。図示しないが、レーザダイオードモジュール１０の底部が搭載部３０の内部に入り込むように加工され、更に、底面部が湾曲面部を備えているので、レーザダイオードモジュール１０の底部が、搭載部３０に挿入されたヒートパイプ３２、３３の表面に直接接触するような状態で密接に接続される。

【００４９】搭載部の材質は、アルミニウムが好ましい。ヒートパイプは、銅製の丸型ヒートパイプが好ましく、作動液として、水を使用することができる。ヒートパイプ内には、作動液の還流を容易にするために、ウイックを配置してもよい。丸型ヒートパイプの形状は、円形、楕円形、偏平形等であってもよい。この際には、使用するヒートパイプの最大熱輸送量と、レーザダイオードモジュールの発熱量、レーザダイオードモジュール制御基板等の発熱量とを考慮して、ヒートパイプを選定することによって、効率的な放熱を行い、高い密度で配置された高光出力のレーザダイオードモジュールの機能を十分に発揮することができる。

【００５０】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源は、光伝送システムにおける光励起用光源として使用される。更に、この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源は、光伝送システムにおける光信号用光源として使用される。更に、この発明のラマン増幅器は、この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源を用いるラマン増幅器である。

【００５１】

【実施例】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源を実施例によって、説明する。図２に示すように、アルミニウム製の縦１３０ｍｍ×横１９０ｍｍ×厚さ２０ｍｍの搭載部を調製した。次いで、搭載部の横方向に沿って、搭載部の両側に、搭載部の中心部に所定の間隔でヒートパイプが収容される４つの孔部をそれぞれ形成した。孔部の内表面には、錫によってメッキ処理が施された。孔部に挿入されるヒートパイプの表面は、ハンダ接合に良好な上述したと同一の金属によって、予めメッキ処理が施こされる。外形６．３５ｍｍの銅製の丸型ヒートパイプを調製し、孔部に挿入されるヒートパイプの表面は、錫によってメッキ処理が施された。次いで、ヒートパイプの放熱部を孔部に挿入して、ヒートパイプと搭載部とをハンダ接合した。

【００５２】なお、搭載部の下面の、レーザダイオードモジュールが配置される部分には、レーザダイオードモジュールの底部が収容される凹部が形成された。レーザダイオードモジュールの底部には、湾曲面が形成され、レーザダイオードモジュールの底部は、伝熱グリスを介して、ヒートパイプの外表面と直接的に密着された。一方、搭載部の上面の、レーザダイオードモジュールが配置された側と反対側には、発熱部品としての制御素子３７が搭載された制御基板が配置され、上述したヒートパイプの他の側の外表面と密着させた。

【００５３】このようにレーザダイオードモジュールおよび制御基板が配置された搭載部の両側から、搭載部の横方向に並行に延伸したそれぞれ４本の丸型ヒートパイプの放熱部には、図２に示すような、縦１８０ｍｍ×横４０ｍｍ×厚さ０．３ｍｍの板型放熱フィンが取りつけられた。

【００５４】なお、搭載部の上に、それぞれの端部から２ｍｍの位置に４個の合計８個のレーザダイオードモジュールが配置された。個々のレーザダイオードモジュールの光出力は１００ｍＷ以上であった。ヒートパイプ内には、作動液として水が封入され、ワイヤ状のウイックが配置されている。

【００５５】このようにして作製されたこの発明のレーザダイオードモジュールからなる光源を作動させたところ、３００ｍＷの高い光出力を得ることができ、レーザダイオードモジュールを２４．９～２５．１℃の範囲内の温度に維持することができた。上述したように、丸型ヒートパイプが直接レーザダイオードモジュールの底部に接触するように、丸型ヒートパイプと搭載部が金属接合されているので、高い放熱特性が得られる。従って、コンパクトで、且つ、高い光出力が保持された光励起用光源または光信号光源が低消費電力のままで可能になる。

【００５６】更に、レーザダイオードモジュールがそれぞれの端部から同一距離に配置され、同一大きさ、材質のヒートパイプならびに放熱フィンが密に接続されているので、個々のレーザダイオードモジュールの間に温度差が生じることなく、一定の波長が維持され、性能の高い光源が得られた。

【００５７】上述したように、この発明によると、放熱板の両面にレーザダイオードモジュールおよび制御基板の発熱部品を配置することによって、両方の部品からの放熱を効率よく行うことができる。その結果、レーザダイオードモジュール本体だけでなく、ユニット筐体内部全体の温度も低下するので、光学部品が高温になることによる光学特性の劣化を防ぐことができる。更に、レーザダイオードモジュールの長寿命化や、制御基板の安定動作によるレーザダイオードモジュール発光の安定化を図ることができる。更に、放熱板に直接接触させること

ができる面積が、従来の基板片側設置のユニットと比較して、2倍になるため、基板面積を少なくすることができる。その結果、筐体全体をコンパクトにすることが可能である。更に、筐体本体に放熱フィンを設けないので、筐体の高さ方向も小さくすることができる。

【0058】

【発明の効果】上述したように、この発明によると、波長の変化等が生じない、高い密度で配置された、高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールからなる光源を提供することができ、薄型コンパクトで、且つ、高い光出力が保持された光励起用光源または光信号光源を低消費電力のままで提供することができ、産業上利用価値が高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、この発明の光源を構成するレーザダイオードモジュールの一例の概要を示す図である。

【図2】図2は、この発明の、レーザダイオードモジュールからなる光源の1つの態様を示す断面図である。

【図3】図3は、従来のレーザダイオードモジュールを示す概略図である。

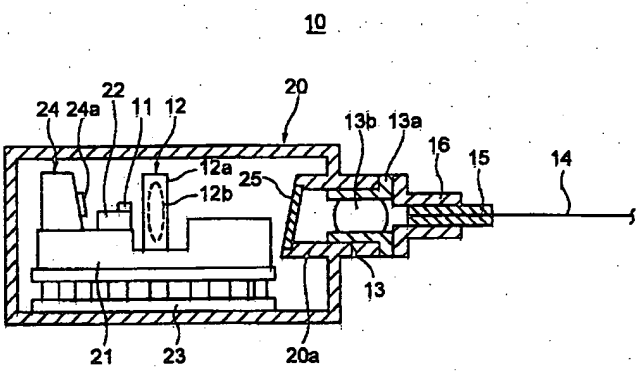
【図4】図4は、図3におけるレーザダイオードモジュールのA－A'断面図である。

【図5】図5は、2種類の金属材からなる金属基板を備えた従来の半導体レーザモジュールを示す図である。

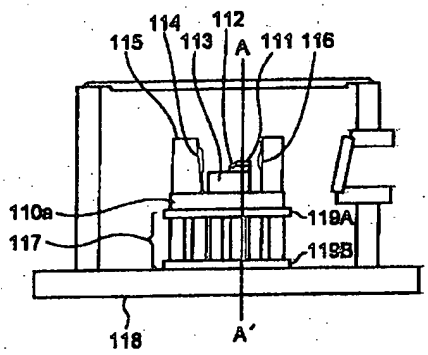
【符号の説明】

10．レーザダイオードモジュール
11．半導体レーザ
12．第1レンズ
13．第2レンズ
14．コア拡大ファイバ
15．金属筒
1．調整部材
20．気密ケース
21．ベース
22．チップキャリア
23．ペルチェ素子
24．キャリア
30．搭載部（放熱板）
31．レーザダイオードモジュール基板
32．ヒートパイプ
33．ヒートパイプ
34．放熱フィン
35．放熱フィン
36．内孔
37．制御素子
38．制御基板

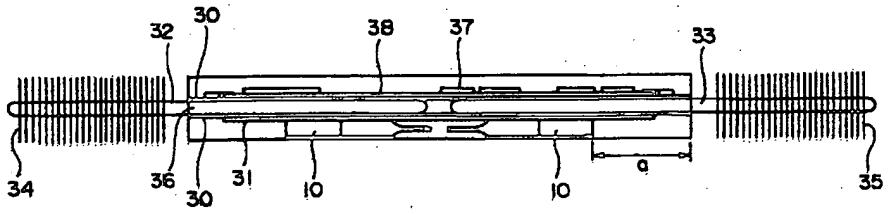
【図1】



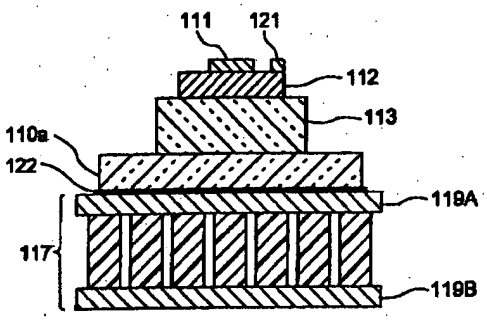
【図3】



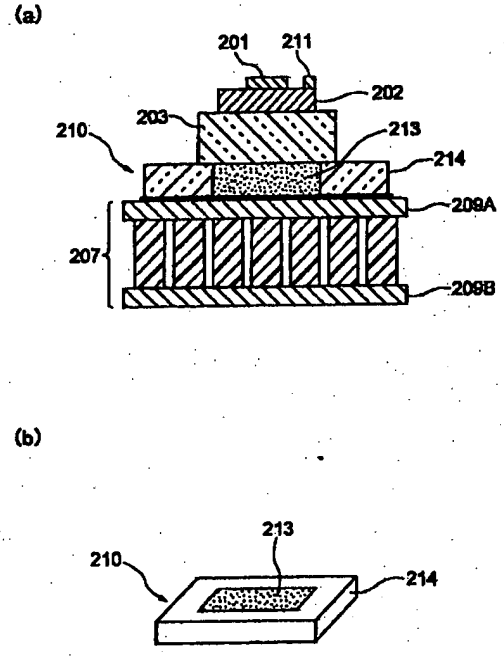
【図2】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者　長松　信也
東京都千代田区丸の内２丁目６番１号　古河電気工業株式会社内
(72)発明者　村田　光一
東京都千代田区丸の内２丁目６番１号　古河電気工業株式会社内

Fターム(参考)　3L044 AA04 BA02 CA14 DA01 EA03 KA04
5F073 AB27 AB28 BA02 BA03 EA03 EA24 EA28 FA15 FA22 FA25 FA30